



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **07335208 A**(43) Date of publication of application: **22 . 12 . 95**

(51) Int. Cl. **H01M 4/24**  
**H01M 4/26**  
**H01M 4/74**

(21) Application number: **06129055**(22) Date of filing: **10 . 06 . 94**(71) Applicant: **MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD**

(72) Inventor: **YANAGIHARA NOBUYUKI**  
**KAWANO HIROSHI**  
**HAYASHI TAKAYUKI**  
**TSUJI MASATO**

**(54) COATED ELECTRODE FOR BATTERY, AND ITS MANUFACTURE**

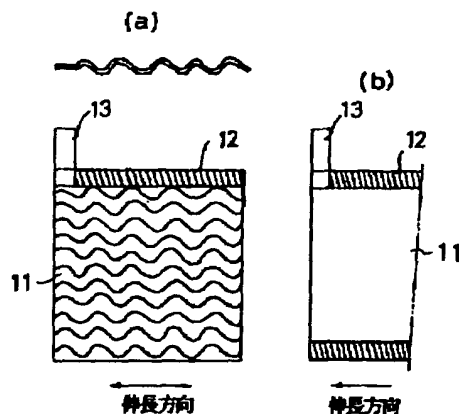
processing or carriage, and defective products are suppressed, whereby this can be manufactured efficiently.

**(57) Abstract:**

COPYRIGHT: (C)1995,JPO

**PURPOSE:** To improve the durability, productivity, and mass productivity of a battery by forming an electrode supporter in a wave shape with burrs around the hole bored from both sides of a metallic plate or foil, and providing a nonbored area or a pressed bored area for collection of electricity at the periphery.

**CONSTITUTION:** When metallic plates or metallic foils are put and pressed between upper molds with tips in the shape of head-cut cones and lower molds provided, at the sections corresponding to them, with recesses, arranged alternately in vertical direction, the corresponding sections are bored while being drawn and corrugated, thus a metallic porous substance 11 is obtained. A nonbored area or a pressed bored area 12 for collection of electricity where a lead part 13 is to be attached is provided in parallel with the direction of the corrugation of the porous substance 11, thus the elongation in the direction of corrugation is suppressed. Accordingly, the phenomena of the coats of active material or hydrogen storage alloy powder made at both sides of the porous substance 11 being exfoliated is suppressed, and also the electron conductivity in the thickness direction of the electrode improves. Moreover, the elongation of the electrode does not occur during



| (51) Int.Cl. <sup>8</sup> | 識別記号 | 片内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
|---------------------------|------|--------|-----|--------|
| H 0 1 M 4/24              | Z    |        |     |        |
|                           | J    |        |     |        |
| 4/26                      | Z    |        |     |        |
| 4/74                      | C    |        |     |        |

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 14 頁)

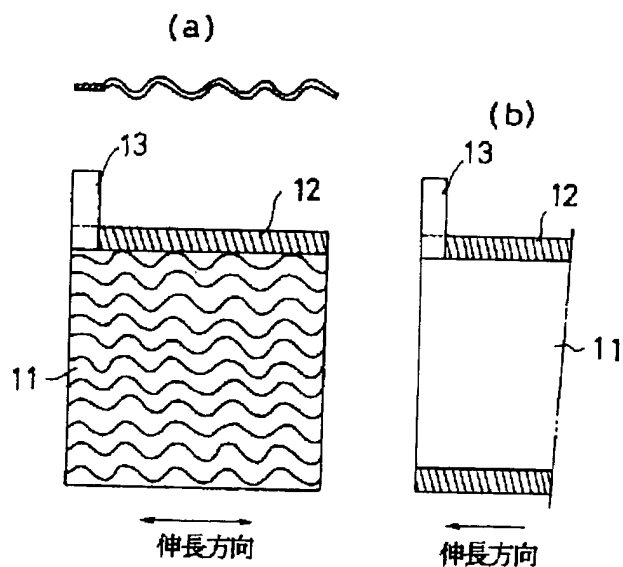
|           |                 |          |   |
|-----------|-----------------|----------|---|
| (21) 出願番号 | 特願平6-129055     | (71) 出願人 | 000005821<br>松下電器産業株式会社<br>大阪府門真市大字門真1006番地 |
| (22) 出願日  | 平成6年(1994)6月10日 | (72) 発明者 | 柳原 伸行<br>大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内       |
|           |                 | (72) 発明者 | 川野 博志<br>大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内       |
|           |                 | (72) 発明者 | 林 隆之<br>大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内        |
|           |                 | (74) 代理人 | 弁理士 小鍛冶 明 (外2名)<br>最終頁に続く                   |

(54) 【発明の名称】 電池用塗着式電極およびその製造方法

## (57) 【要約】

【目的】 金属多孔体に活物質を塗着する塗着式電極を改良して、活物質層または水素吸蔵合金層と波形状金属多孔体との密着性および電子伝導性を向上する。また、金属多孔体の波形方向に対して平行に集電用の無穿孔部（加圧穿孔部）を設ける事により電池の耐久性や生産性、量産性に優れる様にする。

【構成】 金属板または金属箔を両面から穿孔して、その穿孔した孔周囲に形成されるバリによって波形状に形成された金属多孔体に活物質または水素吸蔵合金粉末を塗着し、この電極の金属多孔体の波形方向に対して集電部分を設ける。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 金属多孔体と、その両面に形成した活物質または水素吸蔵合金粉末の塗着層からなる塗着式電極であって、前記金属多孔体は、金属板または金属箔を両側より穿孔して、その穿孔された孔周囲に形成されるバリによって波形状に形成されたものであり、この金属多孔体の周辺部にその波形方向に対して平行方向に集電用の無穿孔部あるいは加圧穿孔部を 1ヶ所以上設け、前記金属多孔体が波形方向に伸長しない構成とした事の特徴とする電池用塗着式電極。

【請求項 2】 前記金属多孔体の周辺部にその波形方向に対して平行方向にリード板（集電板）を設けてなる請求項 1 記載の電池用塗着式電極。

【請求項 3】 前記波形状に穿孔したバリ付き金属板または金属箔からなる金属多孔体を長尺帯状に構成してなる請求項 1 または 2 記載の電池用塗着式電極。

【請求項 4】 前記波形状に穿孔したバリ付き金属板または金属箔からなる金属多孔体の見掛け上の厚さ  $T$  と穿孔する前の金属板または金属箔の厚さ  $t$  の比率が  $4 \leq T/t \leq 40$ （但し、 $600 \leq T(\mu m) \leq 2100$ 、 $0 \leq t(\mu m) \leq 150$ ）の範囲である請求項 1 乃至 3 の何れかに記載の電池用塗着式電極。

【請求項 5】 前記波形状に穿孔したバリ付き金属板または金属箔からなる金属多孔体の見掛け上の厚さ  $E$  とその両面に活物質あるいは水素吸蔵合金粉末を塗着した状態で加圧前の電極厚さ  $S$  の比率が  $1.0 \leq S/E \leq 2.0$  の範囲である請求項 1 乃至 4 の何れかに記載の電池用塗着式電極。

【請求項 6】 前記波形状に穿孔したバリ付金属板または金属箔からなる金属多孔体の両面に活物質または水素吸蔵合金粉末を塗着した電極基板をさらに圧縮し、その圧縮率が  $25 \sim 45\%$ （但し、圧縮率は  $(1 - \text{加圧後の厚さ} / \text{加圧前の厚さ}) \times 100\%$  で表示）の範囲である請求項 1 乃至 5 の何れかに記載の電池用塗着式電極。

【請求項 7】 前記波形状に穿孔したバリ付金属板または金属箔からなる金属多孔体の開孔率が  $30 \sim 60\%$  の範囲である請求項 1 乃至 6 の何れかに記載の電池用塗着式電極。

【請求項 8】 前記波形状に穿孔したバリ付金属板または金属箔からなる金属多孔体のバリ先端部の一部分を屈曲した突起物構造とした請求項 1 乃至 7 の何れかに記載の電池用塗着式電極。

【請求項 9】 前記波形状に穿孔したバリ付金属板または金属箔からなる金属多孔体の材質がニッケルあるいは鉄基板にニッケル、コバルト、銅、亜鉛、の 1 種類以上をメッキした構成である請求項 1 乃至 8 の何れかに記載の電池用塗着式電極。

【請求項 10】 前記波形状に穿孔したバリ付金属板または金属箔からなる金属多孔体の穿孔形状が正方形、長方形、菱形、その他の多角形、円形、楕円形、の 1 種類

以上およびその類似形状である請求項 1 乃至 9 の何れかに記載の電池用塗着式電極。

【請求項 11】 長尺帯状に構成された金属多孔体の両面に活物質または水素吸蔵合金粉末の塗着層を形成させる平板型の電池用塗着式電極の製造方法であって、前記長尺帯状の金属多孔体は金属板または金属箔を両側より穿孔して、その穿孔された孔周囲に形成されるバリによって波形状に形成されたものであり、この長尺帯状金属多孔体の周辺部に補強用として無穿孔部あるいは加圧穿孔部を設け、その波形方向に対して平行方向または直角方向に搬送して、活物質または水素吸蔵合金粉末を塗着させることを特徴とする電池用塗着式電極の製造方法。

【請求項 12】 前記活物質または水素吸蔵合金粉末からなる塗着層を備えた長尺帯状の金属多孔体を波形方向に対して平行方向に、しかもその平行方向が長尺方向側になる様に切断する様にした請求項 11 記載の電池用塗着式電極の製造方法。

【請求項 13】 長尺帯状あるいは短尺状に構成された金属多孔体の両面に活物質または水素吸蔵合金粉末の塗着層を形成させる平板型の電池用塗着式電極の製造方法であって、前記金属多孔体は金属板または金属箔を両側より穿孔して、その穿孔された孔周囲に形成されるバリによって波形状に形成されたものであり、この長尺帯状あるいは短尺状の金属多孔体の周辺部分に無穿孔部あるいは加圧穿孔部を設けるとともに、両面に活物質または水素吸蔵合金粉末からなる塗着層を設け、この金属多孔体をその波形方向に対して、直角方向あるいは平行方向に搬送して 1 回以上ローラープレスを行う事の特徴とする電池用塗着式電極の製造方法。

【請求項 14】 長尺帯状に構成された金属多孔体の両面に活物質または水素吸蔵合金粉末の塗着層を形成させる平板型の電池用塗着式電極の製造方法であって、前記長尺帯状の金属多孔体は金属板または金属箔を両側より穿孔して、その穿孔された孔周囲に形成されるバリによって波形状に形成されたものであり、前記長尺帯状の金属多孔体の周辺部分に無穿孔部あるいは加圧穿孔部を設け、波形方向に対して直角方向あるいは平行方向に、しかも下方から上方へ、あるいは上方から下方への搬送の何れかによって、ペースト状の活物質または水素吸蔵合金粉末を前記金属多孔体の両面に塗着させる事の特徴とする電池用塗着式電極の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は蓄電池、特にアルカリ蓄電池に使用される平板型の塗着式電極およびその製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 アルカリ蓄電池用の代表的な正極にはニッケル電極がある。この電極は、大別して焼結式電極と非焼結式電極に分類される。前者は、ニッケル粉末を焼

10

20

30

40

50

結して得られる微孔性の焼結基板に、硝酸ニッケル水溶液などを用いて浸漬法によりニッケル塩を添加し、乾燥後、苛性アルカリ水溶液中に浸漬することにより前記ニッケル塩を水酸化ニッケルに転化し、極板を得る。この方法は工程が複雑であり、活物質である水酸化ニッケルの充填密度が後に述べる非焼結式電極に比べて小さくなる欠点を有している。しかし、電極の高率放電特性、サイクル寿命などが優れている特徴があり、用途に応じて広く実用化されている。一方、非焼結式電極としては、古くはポケット式と称される電極製法があり、最近では発泡状ニッケル多孔体内へ活物質粉末である水酸化ニッケル粉末を直接充填する方法が実用化されてきた。このうち後者の方法によると、電極の製法が簡略化でき、高多孔度の発泡状ニッケル多孔体が可能であるため、高密度充填ができ、高容量の電池を構成できる特徴がある。しかし、発泡状ニッケル多孔体は、電気メッキやニッケル粉末焼結法等により作製されており、その材料コストが高くつく欠点がある。

【0003】したがって、電極支持体として発泡状ニッケル多孔体に代わり、安価なパンチングメタル、エキスパンドメタルなどを使用する非焼結式電極の開発が実施されるようになってきた。例えば電極用芯材にエキスパンドメタル、ニッケルの箔、パンチングメタルなどが一般に用いられている（特開昭58-163157号公報）。これらの電極支持体は、焼結式基板、発泡状ニッケル多孔体のように三次元的な構造を有していないため、電極として使用した場合、活物質の保持力が乏しく、電極作製中あるいは充放電を繰り返した場合などに活物質の脱落が生じやすい。さらに、電極の厚さ方向に対する電子伝導性が乏しく、電極特性の低下が大きい

ため、一部の電極以外には実用化されていない。【0004】そこで、電極支持体の表面積を大きくして、活物質の保持力を増強させるために、ニッケル板や、ニッケルメッキ板の表面をブラスト処理して粗面にした導電性電極支持体（金属芯体）も古くから提案されている（特開昭49-77142号公報）。また、極板の金属芯体（パンチングメタル）の表面の無孔部分に10~100μmのバリ状突起（刃物状のキズ）を設ける提案もある（実開昭58-41975号）。さらには同じ目的で、金網、パンチングメタル、穿孔板の様な平板状の導電性多孔体上に導電性突起（粉末状、繊維状）を溶射によって形成した金属芯材を電極に用いる事も提案されている（特開平1-302668号公報）。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】前述したパンチングメタル、エキスパンドメタルなどを電極支持体として使用する電極製法は、活物質粉末を高分子結着剤の溶液と導電性粉末とでペースト状として、上記電極支持体に塗着、乾燥することにより、容易に電極を作製できる長所を有している。しかし、電極支持体である金属多孔体と

活物質層との密着性が弱く、電池用電極として用いた場合、金属多孔体と活物質が剥離しやすい。この結果、電極支持体が集電体を兼ねている場合、電極の電気抵抗が大きくなり、放電電圧、放電容量の低下の原因となる。この問題を解決するために活物質層内に多量の結着剤を添加すれば、剥離現象は抑制されるが、活物質の反応性が低下し、放電特性に悪影響を与える。

【0006】また、金属多孔体と活物質層の密着性を強固にするため、接着剤の役割をする熱可塑性樹脂の層を金属多孔体表面に形成させ、その上層部へ活物質を形成させた後で、加熱することにより、金属多孔体と活物質層の密着性を改善する方法もある。しかし、金属多孔体と活物質層の間に絶縁層が形成されることになり、電極の集電性が低下し、電極の反応性が阻害される。

【0007】以上のように、電極支持体に比較的平面状の金属多孔体を使用した場合は前記課題の解決が困難であった。

【0008】したがって本発明は、金属多孔体に活物質粉末を塗着する塗着式電極を改良して、活物質層と金属多孔体との密着性および電子伝導性ととも

に電極の耐久性を向上することを目的とする。【0009】本発明は、また、ニッケル電極、亜鉛電極、カドミウム電極のみでなく、水素吸蔵合金粉末を用いる水素吸蔵合金電極にも適用できる改良された電池用塗着式電極とその製造方法を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の電池用塗着式電極は、金属多孔体と、その両面に形成した活物質または水素吸蔵合金粉末の塗着層からなり、前記金属多孔体は、金属板または金属箔を両面側より穿孔して、その穿孔された孔周囲に形成されるバリによって波形状に形成されたものであり、前記波形状に穿孔された金属多孔体の周辺部分にその波形方向に対して平行方向に集電用の無穿孔部あるいは加圧穿孔部分を設けて電極を構成したものである。

【0011】本発明の電池用塗着式電極の製造方法は、前記波形状に穿孔された孔周囲にバリを有し、かつ周囲に無穿孔部あるいは加圧穿孔部を有する長尺帯状の金属多孔体の波形方向に対して平行方向あるいは直角方向に搬送する工程と活物質または水素吸蔵合金粉末を塗着させる工程を有する。

【0012】また、本発明の電池用塗着式電極の製造方法は前記波形状に穿孔された孔周囲にバリを有し、かつ周囲に無穿孔部あるいは加圧穿孔部を有する長尺帯状あるいは短尺状に構成された金属多孔体両面に活物質または水素吸蔵合金粉末からなる塗着層を設け、この金属多孔体の波形方向に対して、直角方向あるいは平行方向に一回以上のローラープレスを行う工程を有する。

【0013】

【作用】以上に示したように、穿孔時に孔周囲に波形状にバリを発生させ、平面状の金属板または金属箔を立体的に加工した波形状金属多孔体を塗着式電極の集電体を兼ねた電極支持体として使用することにより、パンチングメタルのような平面状の電極支持体を使用した場合に比べ電極活物質層が電極支持体より剥離する現象が抑制されるとともに、立体構造の金属多孔体であることにより、電極の厚さの方向に対する電子伝導性が向上し、したがって電極活物質の利用効率の向上による高容量化を図り、さらに大電流放電時の電圧低下を抑制することができる。しかも、金属多孔体の周辺部に波形方向に対して平行方向に集電用の無穿孔部あるいは加圧穿孔部を1ヶ所以上設けることにより、金属多孔体の波形方向に電極の伸長が抑制され電極の耐久性が向上する。したがってサイクル寿命特性に優れた電池用塗着式電極を得る事ができる。また、金属多孔体の波形方向と直角に搬送を行うと電極自体の伸長がなく電極支持体である金属多孔体の変形がない。そして、金属多孔体の周辺部に無穿孔部あるいは加圧穿孔部を設ける事により、金属多孔体の波形方向に対して直角あるいは平行いずれの方向で搬送およびローラープレスを行っても電極自体の伸長がなく、金属多孔体の立体構造に変形がない。

#### 【0014】

【実施例】以下、本発明の実施例を説明する。

【0015】図1は、金属板または金属箔の穿孔に用いる金型の構成例を示す縦断面図である。5は先端を切頭円錐形にした多数のポンチ6を有する下型、7はポンチ6に対応する部分に凹部8を設けた上型である。このポンチ6と凹部8は上・下交互に合致する構造となっている。

【0016】この上型7と下型5との間に金属板または金属箔1を配し、上型7と下型5とを相対的に近づく方向に加圧すると、金属板または金属箔1は、ポンチ6の先端により凹部8内へ押しつけられることによって波形状に引き伸ばされながら開孔される。このような穿孔によって図2(a)に示すような金属多孔体が得られる。同図において、2が孔であり、3は穿孔時に金属板または金属箔1の加圧方向側上下に形成されたバリを示す。また、 $t$ は元の金属板または金属箔1の厚さを示し、 $T$ はバリ3を含めた見かけ上の厚さを示す。

【0017】図1に示す金型において、ポンチ6と凹部8を上下一対にしかも交互に設けてあるため、金属板または金属箔の両側から穿孔することにより、金属板または金属箔1の両面にバリ3が形成される。その上側のバ

リ3の先端から下側のバリ3の先端を結ぶと頂度図2(b)の様な波形状構造のモデル図を描く事ができる。よって、波形構造を示す場合は、図2(a)の構造を意味しており、簡略化のためにとくに波形状に記載している。

【0018】本発明で用いる金属板または金属箔は、後述するように厚さ $30 \sim 150 \mu\text{m}$ の範囲が適当であり、穿孔される孔の大きさは、円形の孔で径 $0.2 \sim 2 \text{ mm}$ 、矩形またはそれに類似のもので一辺の長さが $0.2 \sim 2 \text{ mm}$ のものが好ましい。

【0019】また、前記金属板または金属箔としては、耐電解液性の金属または表面を耐電解液性の金属で被覆した金属板または箔が用いられる。

【0020】したがって、図2に示す様に金属板または金属箔1の厚さを $t (\mu\text{m})$ と表示し、その上下のバリ先端間の見掛け上の金属多孔体の厚さを $T (\mu\text{m})$ とすると、この比率 $T/t$ の値が金属多孔体を選択する上で重要となってくる。

【0021】図3は本発明で用いる金属多孔体の開孔部形状、即ち上面透視図を示し、この金属多孔体の $a-a'$ 縦断面の概念構成を図4に示す。

【0022】また、図2に示す波形状多孔体の両面に活物質あるいは水素吸蔵合金粉末4を塗着形成させた電極縦断面の構成を図5に示す。

【0023】図6は、従来のパンチングメタルを示し、例えば厚さ $50 \mu\text{m}$ のニッケル板9に径 $2 \text{ mm}$ の孔10を中心間ピッチ $D$ を $3.5 \text{ mm}$ として開孔したものである。この場合は、切頭円錐形の先端を有しないポンチを用い、ポンチと凹部の縁部とで金属板を打抜き切断する形となり、こうして穿孔される孔の周囲には、バリが形成されてもほんのわずかである。次に、より具体的な実施例を説明する。

【0024】厚さ $20 \sim 160 \mu\text{m}$ のニッケル板に、表1中に示す仕様で穿孔して金属多孔体を作製した。なお、孔の配列は格子状とし、孔間のピッチは $3.5 \text{ mm}$ とした。また、電極の製法条件について、その加圧条件、搬送方向、ローラープレス方向を考慮し、これらの金属多孔体を用いてペースト式ニッケル電極と水素吸蔵電極を作製し、 $50 \text{ Ah}$ 用の密閉型ニッケル-カドミウム蓄電池と同型ニッケル-水素蓄電池を構成してニッケル電極と水素吸蔵電極を評価した結果について述べる。

#### 【0025】

#### 【表1】

| 電極の種類 | 金属板(箔)の厚さ       | 金属多孔体見掛け上の厚さ | 厚さ比率 | 穿孔部の形状        | 開孔率 | 加圧前の厚さ比率 | 圧縮率 | 波形方向と長尺状集電体方向 | 波形方向に対する搬送方向とローラープレス方向 |      |
|-------|-----------------|--------------|------|---------------|-----|----------|-----|---------------|------------------------|------|
|       | t (μm)          | T (μm)       | T/t  |               | (%) | S/E      | (%) |               |                        |      |
| a     | 50              | 800          | 16   | 略矩形<br>(~2mm) | 45  | 1.2      | 40  | 同方向           | 直角方向                   |      |
| b     | 100             | 1200         | 12   |               | 45  | 1.2      | 40  | "             | "                      |      |
| c     | 150             | 2100         | 14   |               | 45  | 1.2      | 40  | "             | "                      |      |
| d     | 80              | 1200         | 15   | 略円形<br>(Φ2mm) | 30  | 1.0      | 30  | "             | "                      |      |
| e     | 100             | 2000         | 20   |               | 40  | 1.5      | 25  | "             | "                      |      |
| f     | 60              | 1980         | 33   |               | 55  | 2.0      | 45  | "             | "                      |      |
| g     | 30              | 150          | 5    | 略長方形          | 30  | 1.0      | 25  | "             | "                      |      |
| h     | 50              | 400          | 8    |               | "   | 60       | 1.5 | 45            | "                      | "    |
| i     | 100             | 1200         | 12   |               | "   | 40       | 1.2 | 40            | "                      | "    |
| j     | 80              | 1600         | 20   | "             | 40  | 1.5      | 40  | "             | 平行方向                   |      |
| k     | 20              | 500          | 25   | 略矩形           | 45  | 1.2      | 40  | "             | 直角方向                   |      |
| l     | 160             | 2240         | 14   |               | "   | 45       | 1.2 | 40            | "                      | 直角方向 |
| m     | 100             | 1200         | 12   |               | "   | 40       | 2.5 | 40            | "                      | "    |
| n     | 100             | 1200         | 12   | "             | 40  | 0.8      | 40  | "             | "                      |      |
| o     | 80              | 1200         | 15   | "             | 40  | 1.2      | 20  | "             | "                      |      |
| p     | 80              | 1200         | 15   | "             | 40  | 1.2      | 50  | "             | "                      |      |
| q     | 100             | 1500         | 15   | "             | 40  | 1.2      | 40  | 直角方向          | "                      |      |
| r     | 100             | 1500         | 15   | "             | 40  | 2.5      | 55  | —             | 平行方向                   |      |
| s     | 50              | 800          | 16   | "             | 25  | 1.2      | 40  | 同方向           | 直角方向                   |      |
| t     | 50              | 800          | 16   | "             | 65  | 1.2      | 40  | "             | "                      |      |
| u     | パンチングメタル(図6に示す) |              |      |               |     |          |     |               |                        |      |
| v     | 100             | 800          | 8    | 略矩形           | 40  | 1.0      | 30  | 同方向           | 直角方向                   |      |
| w     | 80              | 1600         | 20   |               | "   | 45       | 1.1 | 35            | "                      | "    |
| x     | 50              | 1500         | 30   |               | "   | 35       | 1.2 | 40            | "                      | "    |
| y     | パンチングメタル(図6に示す) |              |      |               |     |          |     |               |                        |      |

【0026】〔実施例1〕まず、水酸化ニッケル粉末100gに対して、黒鉛粉末10g、ニッケル粉末5g、コバルト粉末10g、カルボキシメチルセルロースの3wt%水溶液55g、およびスチレンブタジエンラバーの48wt%水分散液5gを練合し、ペースト状にした。このペーストを収容した槽に表1中a～tに示す各金属多孔体を通して金属多孔体の両面にペーストを塗着した後、ステンレス鋼製のスリットを通してペースト塗着体を一定厚さに調整した後、乾燥工程を通してからローラープレスを行い、厚みが0.65mmの塗着式ニッケル正極を作製した。

【0027】次に、これらのニッケル電極を有効部分として100mm×120mmの大きさに裁断した。こうして得られる電極1枚中に含まれる水酸化ニッケル量より算出される電気化学的理論容量は4.25Ahである。この電極を13枚用いて55Ahとした。カドミウム負極の容量は一枚当り6.7Ahとし、この電極を14枚用いる構成とした。

【0028】ここで使用した金属多孔体は図7、図8、図9に示す様に波形状金属多孔体11の波形方向(図2に示す形状の略図で表示)に対して平行に集電用の無穿孔部あるいは加圧穿孔部が設けてある。しかも波形状金属多孔体の周辺部に、長尺状に設け、この部分にリード板13が取付けてある。図7(a)は無穿孔部あるいは加圧穿孔部を構成する集電部を電極の上部に、また図7(b)は上部、下部の両方に設けた例である。いずれも電極が波形方向に伸長する事を抑制した構成である。

【0029】図8は同集電部が電極の両側に設けられた

場合である。図9は電極の上部周辺の一部に集電部を設け、この部分にリード板13を取り付けた例である。電極が横方向より縦方向に伸長しない様に、金属多孔体の波形方向が電極の横水平方向に並んでいる。このような電極構成にする事により、少なくとも横方向より縦方向の伸長が少なくなる。電極が縦方向に伸びると電極の下部において短絡現象を発生させる。横方向への伸長はこの短絡現象を抑制し、サイクル寿命の伸長につながる。

【0030】この観点からすれば、長尺状集電部が金属多孔体の波形方向と平行ではないが図10に示す様に電極の両側に集電部を設けて横方向への伸長をリード板13で固定する事である程度抑制できる。また縦方向への伸長も少ない。しかし、図11は長尺状集電部が金属多孔体の波形方向と直角にあり、しかも電極の配置方向に対して縦方向に波形方向があるために電極は縦方向に伸びて、サイクル寿命が短くなる。この電極構成は電池特性上から好ましくない。

【0031】これらのニッケル正極と公知のカドミウム負極およびポリアミド樹脂製の不織布からなるセパレータとを組み合わせ公称容量50Ahの角型の密閉型Ni-Cd電池を構成した。なお、電解液には、水酸化リチウムを30g/l溶解させた水酸化カリウムの31wt%水溶液を適量用いた。こうして表1の中に示す金属多孔体a～jより得られたニッケル正極を用いた電池A～Jを作製した。

【0032】ここで金属多孔体の穿孔部の形状は略矩形、円形、長方形とし、搬送方向とローラープレス方向は金属多孔体の波形方向に対して直角方向の場合は補強

用の無穿孔部あるいは加圧穿孔部の有無にかかわらず、平行方向の場合に関してのみ周辺部に補強用の無穿孔部あるいは加圧穿孔部を設けた場合である。

【0033】ここで実施した50Ah用角型アルカリ蓄電池の構造を図12に示す。図12において、14はカドミウム負極、15はニッケル正極、16はセパレータ、17は電槽、18は負極端子、19は正極端子、20は安全弁、21は電槽の蓋である。金属多孔体の穿孔部の形状は図13に示す様に本実施例で用いた他にも多種多様の穿孔が可能である。

【0034】以上のような条件で構成した電池を0.1\*

10 【0035】

【表2】

| 電池種類 | 正極理論容量 (Ah) | 3947目利用率 (%)<br>0.2C放電 | 放電電流 0.5C/0.2C 容量比率 (%) | 放電電流 1C/0.2C 容量比率 (%) | 20047目利用率 (%)<br>0.2C放電 | 50047目利用率 (%)<br>0.2C放電 |
|------|-------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|
| A    | 55.2        | 92.0                   | 93.0                    | 91.5                  | 91.0                    | 89.8                    |
| B    | 56.3        | 94.2                   | 94.5                    | 92.0                  | 93.1                    | 90.8                    |
| C    | 55.1        | 96.5                   | 95.2                    | 92.3                  | 94.8                    | 93.5                    |
| D    | 55.4        | 93.5                   | 94.0                    | 93.1                  | 92.2                    | 90.2                    |
| E    | 55.8        | 94.8                   | 93.5                    | 90.5                  | 88.3                    | 85.5                    |
| F    | 55.5        | 90.5                   | 85.5                    | 80.2                  | 85.3                    | 83.5                    |
| G    | 55.7        | 91.8                   | 93.0                    | 92.2                  | 88.4                    | 84.2                    |
| H    | 55.0        | 90.5                   | 91.5                    | 90.1                  | 88.0                    | 85.4                    |
| I    | 55.2        | 94.3                   | 94.5                    | 92.2                  | 91.5                    | 90.0                    |
| J    | 55.4        | 93.0                   | 93.6                    | 91.5                  | 91.1                    | 89.5                    |

【0036】一方、金属板（箔）と金属多孔体の見掛け上の厚さおよび開孔率、加圧前の厚さ比率（S/E）、金属多孔体の波形方向と長尺状集電部方向、金属多孔体の波形方向に対する搬送方向とローラープレス方向、および集電用の無穿孔部あるいは加圧穿孔部の有無など本※

※発明の範囲ではあるが、最適範囲をはずれると電池特性が低下する例を表3に示す。

【0037】

【表3】

| 電池種類 | 正極理論容量 (Ah) | 3947目利用率 (%)<br>0.2C放電 | 放電電流 0.5C/0.2C 容量比率 (%) | 放電電流 1C/0.2C 容量比率 (%) | 充、放電サイクル寿命 (回) | 電池劣化原因     |
|------|-------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------|------------|
| K    | 55.8        | 85.0                   | 82.1                    | 74.1                  | 150            | 脱落現象（剥離）   |
| L    | 56.5        | 89.0                   | 85.0                    | 83.0                  | 250            | 抵抗増大（膨張）   |
| M    | 55.4        | 80.5                   | 73.5                    | 60.4                  | 200            | 脱落現象（膨張）   |
| N    | 56.0        | 94.8                   | 93.5                    | 87.0                  | 255            | 短絡現象       |
| O    | 55.0        | 91.3                   | 89.4                    | 83.2                  | 270            | 強度弱く脱落現象   |
| P    | 54.8        | 80.2                   | 75.0                    | 70.5                  | 200            | 電極破壊       |
| Q    | 55.8        | 85.8                   | 81.3                    | 75.5                  | 240            | 短絡現象（電極伸長） |
| R    | 破壊          | —                      | —                       | —                     | —              | —          |
| S    | 56.2        | 80.5                   | 75.6                    | 70.2                  | 150            | 脱落、剥離現象    |
| T    | 55.3        | 85.0                   | 80.5                    | 75.4                  | 300            | 抵抗増大       |
| U    | 56.5        | 91.5                   | 85.3                    | 75.0                  | 130            | 脱落現象       |

【0038】電池K、Lは金属板（箔）の厚さと金属多孔体の見掛け上の厚さ、電池M、Nは加圧前の厚さ比率（S/E）、電池O、Pは加圧率が不適切である場合、電池Qは金属多孔体の波形方向と集電用の無穿孔部（加圧穿孔部）の方向が直角方向の場合、電池Rは波形方向に対する搬送方向とローラープレス方向が平行方向の場合、電池S、Tは開孔率が不適切な場合である。また電池Vは従来型のパンチングメタルを用いた場合である。

【0039】本実施例の中で電池A～Jにおいて、ニッケル電極に使用した水酸化ニッケルの利用率は各種電池で90.5～96.5%であり、すべて実用上必要な利用率である90%以上を保持している。また高率放電特

性（容量比率0.5C/0.2C、1C/0.2C）においても各々90.5～95.2%（85%以上確保）、85.2～93.0%（80%以上確保）を維持している。また、充放電サイクル試験においては200サイクル目、500サイクル目の放電容量利用率は各々85.3～94.8%、83.5～93.5%を保持している。この範囲では実用上好ましい電池特性を示している。一方、本実施例の中でも適切な条件がそろわない電池の1例として表3に示す電池K～Tについて試験した結果、ニッケル電極に使用した水酸化ニッケルの利用率は80.2～94.8%の間にあり、電極構成や製法条件によって大きな差を生じている。実用上好ましい9

0%以上を確保していない電池もある。また、高率放電特性の1つである $0.5C/0.2C$ 、 $1C/0.2C$ の容量比率においても、各々73.5~91.5%、70.5~87.0%であり同様に大きな差を生じて実用上好ましい85%、80%以上を確保していない電池も存在する。さらに、この種電池の充放電サイクル寿命も150~300回の間にあり、電池A~Jと比べて大幅に低下している。500サイクルまでのサイクル寿命

(容量保持率として60%以上)を達成できた電池は殆どなく、その原因は電池内部抵抗の増大、電極厚さが大き過ぎて集電能力不足による容量低下、電池内短絡、充放電による膨張による電極破壊、活物質の剥離、脱落あるいは電池構成時の不良発生(破壊)によるものであった。従来型電池(パンチングメタル使用)Vが最もサイクル寿命が短い事がわかる。この様に電池A~Jと比較すると電池構成条件によって電池特性が低下する。よって仮に同じ波形状金属多孔体を用いても好ましい電極構成条件、製法条件がある事がわかる。

【0040】また、従来型のパンチングメタルを電極支持体に使用した電池Uは初期の利用率が本発明の金属多孔体と大差ないが、高率放電特性、サイクル寿命に関しては大きな差が認められる。 $1C/0.2C$ 容量比率では本実施例の電池A~Jの平均値として90%以上に対して従来型電池Uは75%程度である。サイクル寿命においても、活物質とパンチングメタルとの密着性が悪く、脱落、剥離現象と共に放電容量に低下が見られる。

【0041】この結果により、本発明の様に金属板(箔)を孔周囲にバリを有する立体的な構造(波形状構造)の金属多孔体に加工した場合、バリを含めた見掛け上の厚さ $T(\mu m)$ と元の金属板(箔)の厚さ $t(\mu m)$ の比率が $4 \leq T/t \leq 40$ (但し、 $600 \leq T(\mu m) \leq 2100$ 、 $30 \leq t(\mu m) \leq 150$ )の範囲が最も実用的である。この関係式を図14に示す。図中実線で包囲している部分が実用上望ましい範囲である。

【0042】また、波形状金属多孔体の見掛け上の厚さ $E(mm)$ とその両面に活物質を塗着した状態で加圧前の電極厚さ $S(mm)$ との比率が $1.0 \leq S/E \leq 2.0$ の範囲が実用上適用可能である。なお、35%圧縮時の電極基板の厚さが0.65~1.3mmの場合の1例として、電極加圧前の厚さ比率 $S/E$ 値と高率放電特性の関係を図15に示す。この場合には圧縮率を35%としたがその圧縮率(1-加圧後の厚さ/加圧前の厚さ) $\times 100\%$ で表示)と放電時の中間端子電圧の関係を図16に示す。

【0043】表2、3に示す様な実験結果から、圧縮率は25~45%が実用上最も適した範囲と言える。また、波形状金属多孔体の開孔率は活物質と金属多孔体との密着性に大きく関係し、この値が小さいと両者の接触抵抗が大きく、また、この値が大き過ぎると電極強度が弱く、集電能力も乏しくなり実用上好ましくない。そこ

で、活物質の利用率、サイクル寿命などから、金属多孔体の開孔率は30~60%の範囲が望ましい。この関係は図17に示す通りである。

【0044】図14においても $T/t$ が4未満であれば金属多孔体の立体構造の見掛け上の厚さが小さく、従来型の安価なパンチングメタルと比較して大差がない。一方、 $T/t$ が40を越えるとなると波形状金属多孔体の製作が困難となり生産性の上から実用的でない。また、図15においては、 $S/E$ が1.0未満であれば金属多孔体表面のバリによって、短絡現象を発生させる度合いが高くなり信頼性の面から不適当である。一方、2.0を越えると電極自体が厚くなり、金属多孔体の波形状ネットワークが全体に広がらず、電極自体の集電能力が低下する。図16の圧縮率に関しては25%未満であれば、活物質と波形状金属多孔体との密着性が不十分でしかも電極強度も弱く、高率放電特性も悪くなり、またサイクル寿命も短くなる。一方、45%を越えると電極自体が加圧され過ぎて、波形状金属多孔体の構造破壊とともに、低多孔度となり、活物質が十分作用せず、電極としての耐久性に欠けるという問題点を発生する。

【0045】この様に適切な条件を選択して電極、電池を構成すれば、厚さの方向に対する電子伝導性が確保され、大電流放電における放電容量低下が少なく、長寿命化が達成されたものと考えられる。

【0046】波形状金属多孔体の材質としては耐アルカリ性の金属が好ましく、ニッケル、ニッケル合金、あるいは鉄基体にニッケル、コバルト、銅、亜鉛の1種以上でメッキした構成のものがよい。

【0047】この波形状金属多孔体は穿孔部周囲にバリを形成させているが、電極製作時には加圧工程を加えるので、電極の塗着層内部にある金属多孔体のバリの先端部が屈曲し、電極間での短絡は防止される。したがって、加圧工程を加えると問題はないが、しかし前もって金属多孔体のバリ(突起物)先端を屈曲しておくことさらに短絡現象に関わる信頼性は向上する。この時の波形状金属多孔体の構造を図18(a)、(b)に示す。図中22はそのバリ先端の屈曲部を示す。

【0048】以上の結果により、塗着式ニッケル電極を構成する波形状の電極支持体として、金属板(箔)を開孔し、故意にバリを形成させた立体構造の金属多孔体を使用することにより、電極の電子伝導性を向上するとともに活物質層の剥離現象を抑制し、放電特性とサイクル寿命特性の優れた電池を構成することができる。穿孔方向は、金属板の片側からでも効果は認められるが、両側から穿孔した方が電極の骨格となる部分が中央に配置されるため、電池特性に対して有利になる。また、開口された孔の大きさに関して、小さくした場合は元の金属板の厚さに比べ、見かけ上の厚さが大きくなり、本発明の効果が小さくなる。逆に大きくした場合は、隣接する孔間の距離が長くなり、電子伝導性の向上に寄与す



る度合いが小さくなり、さらには電極活物質の保持力の低下を起こすことになり、円形の場合は直径を0.2～2mm、矩形またはこれに類似の形状の場合は一辺の長さを0.2～2mmの範囲にすると本発明の効果が大きいことがわかった。

【0049】以上のように、本発明は塗着式ニッケル電極を構成する場合の電極支持体として平面状のパンチングメタルに比べ、電池特性を向上させることが可能になり、しかも一般的に三次元構造を有する発泡状ニッケル多孔体、繊維状ニッケルをフェルト状に加工したものなどに比べて1/3～1/5程度まで安価に作製することができ、電極コストの低廉化が可能になる。さらに、実施例においては塗着式ニッケル電極について記載したが、その他の塗着式電極が可能な、例えば亜鉛電極、カドミウム電極、鉄電極など、あるいは鉛蓄電池用の酸化鉛電極、リチウム2次電池のリチウム複合酸化物電極やカーボン電極、空気-亜鉛電池のカーボン電極などパンチングメタル、エキスパンドメタル、格子、金属ネット、ラス板、発泡状あるいは繊維状多孔体など電極支持体（集電体）として使用されている所に本発明の波形状金属多孔体が使用できる。特に電極の伸長を防止する角形板状とする電池に適している。

【実施例2】実施例1と同様の方法により、金属板あるいは金属箔を両側より穿孔させ、故意にバリを形成した波形状の金属多孔体を作製し、この波形状の金属多孔体の両面に水素吸蔵合金のペースを塗着した後、ステンレ

\*ス鋼製のスリットを通過させてペースト塗着体を一定厚さに調整した後、乾燥工程を通してからローラープレスを行い、厚みが0.50mmの塗着式水素吸蔵合金負極を作成した。

【0050】次に、これらの水素吸蔵合金電極として有効面積100mm×120mmの大きさに裁断した。こうして得られる負極中に含まれる水素吸蔵合金量より算出される電気化学的放電容量は一枚当たり6.7Ahとし、この電極板を14枚使用し、9.4Ahとした。

【0051】ここで使用した金属多孔体は実施例1の図7、図8に示す様に波形状金属多孔体11の波形方向に長尺状とし、この方向に対して平行に集電用の無穿孔部あるいは加圧穿孔部12を設けてある。そして図12に示す様な角型ニッケル・水素電池を構成した。

【0052】これらの水素吸蔵合金負極と負極の特性がわかる様に比較的長寿命化が可能な公知の焼結型ニッケル正極およびポリアミド樹脂からなるセパレータとを組み合わせて公称容量50Ahの角型アルカリ蓄電池を構成した。したがって、負極板としてカドミウム電極の代わりに水素吸蔵合金電極を用いた以外、電池構成、試験方法は実施例1と殆ど同じである。こうして表1の中に示す金属多孔体v, w, xより得られる水素吸蔵合金負極を用いた電池V, W, Xを作製した。これらの結果を表4に示す。

【0053】

【表4】

| 電池種類 | 電池公称容量 (Ah) | 34100目<br>放電容量<br>0.2C放電<br>(Ah) | 放電電流<br>1C/0.2C<br>容量比率<br>(%) | 放電電流<br>2C/0.2C<br>容量比率<br>(%) | 5004100目<br>放電容量<br>0.2C放電<br>(Ah) | 10004100目<br>放電容量<br>0.2C放電<br>(Ah) |
|------|-------------|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| V    | 50          | 51.5                             | 92.2                           | 80.6                           | 50.2                               | 48.5                                |
| W    | 50          | 51.0                             | 92.7                           | 80.4                           | 50.5                               | 49.0                                |
| X    | 50          | 52.0                             | 90.6                           | 80.0                           | 51.3                               | 49.5                                |
| Y    | 50          | 50.5                             | 84.2                           | 74.3                           | 45.0                               | 40.5                                |

【0054】ここで、金属多孔体の穿孔部の形状は略矩形とし、搬送方向とローラープレス方向を金属多孔体の波形方向に対して直角方向にした場合について試験を試みた。使用した水素吸蔵合金の組成としては一般に公表されている $MmNi_{3.6}Co_{0.7}Mn_{0.4}Al_{0.3}$ 系合金を用いた。ニッケル正極は負極性能が判別できる様にサイクル寿命に優れた焼結型電極を用いた。

【0055】本実施例の中で電池V, W, Xにおいて、負極に使用した水素吸蔵合金の容量は230mAh/g以上で電池を構成し、実質放電容量は焼結型正極の容量によって規制される。よって初期容量は従来型電池Yと大差ない。しかし、放電電流値が1C、2Cと大きくなると、本発明の金属多孔体と従来型のパンチングメタルに差を生じている。高率放電になると本発明の電池では容量比率1C/0.2C、2C/0.2Cの時に、各々、90.6～92.7%、80.0～80.6%に対して従来型の電池では容量比率1C/0.2C、2C/0.2Cの時に各々84.2%、74.3%と16%、

26%程低下している。また500サイクル目と1000サイクル目の放電容量も実施例1の正極程ではないが大きく低下している。この原因としては厚さ方向への電子伝導性が従来型電池の方が劣っており、パンチングメタルと水素吸蔵合金間の抵抗が大きく、集電能力が低くなったものと考えられる。本発明の電池では水素吸蔵合金と波形状金属多孔体との間で集電作用が働き、容量低下、電圧低下が少ない。この様に波形状金属多孔体の波形方向に対して平行に集電用の無穿孔部あるいは加圧穿孔部を設ける事によって、金属多孔体の伸長や亀裂等のトラブルもなく、耐久性、生産性に優れたニッケル・水素電池を作製する事ができる。

【実施例3】波形状金属多孔体の両面に活物質または水素吸蔵合金粉末の塗着層を形成する電池用塗着式電極を、その製造例の1例として次の様にして製造した。まず、長尺帯状の金属多孔体としては金属板または金属箔を両面より穿孔し、その穿孔された孔周囲に形成されるバリによって波形状に形成されたものを用意し、この長

尺帯状の金属多孔体をその波形方向に対して平行方向あるいは直角方向に搬送して、活物質または水素吸蔵合金粉末を塗着させた。金属多孔体の波形方向に対して直角方向に搬送する例を図 19 (a) に示す。また、金属多孔体の両側周辺部に無穿孔部あるいは加圧穿孔部を設けて搬送する例を図 19 (b) に示す。とくに金属多孔体の波形方向と平行方向に搬送する場合には図 19 (b) の様に無穿孔部あるいは加圧穿孔部を設けた方がよい。このような構造で搬送すれば工程上トラブルもなく、均質な厚さに活物質や水素吸蔵合金粉末を塗着する事ができる。

〔実施例 4〕波形状金属多孔体の両面に活物質または水素吸蔵合金粉末を塗着し、電池用塗着式電極を製造する方法として、長尺帯状あるいは短尺状に構成された金属多孔体を用いた。その金属多孔体は金属板または金属箔を両側より穿孔して、その穿孔された孔周囲に形成されるバリによって波形状に形成されたもので、この波形状に穿孔された金属板または金属箔の両面に活物質または水素吸蔵合金粉末からなる塗着層を備える様にし、この金属多孔体の波形方向に対して直角方向に搬送して 1 回以上ローラープレス、またはローラーの表面が凹凸形状であるエンボスローラープレスを行った。その構成を図 20 (a) (b) に示す。図 20 (a) は金属多孔体の波形方向に対して直角方向に搬送して 1 回以上ローラープレスを行った場合であるまた、図 20 (b) は同じく金属多孔体の両側周辺部に補強用の無穿孔部あるいは加圧穿孔部を設けて搬送して 1 回以上エンボスローラープレスを行った場合である。金属多孔体の周辺部に補強用の無穿孔部あるいは加圧穿孔部を設ける場合には金属多孔体の波形状方向に対して平行方向に搬送し、ローラープレスを行ってもよい。補強部がない金属多孔体は 1 回以上のローラープレス時に大きく伸長し、波形状の立体構造が減少し、見掛け上の厚さが減少し、電極特性が著しく低下する。

【0056】この様に長尺状金属多孔体の両面に活物質または水素吸蔵合金粉末の塗着層を形成させた長尺帯状電極基板に対して、金属多孔体の波形方向に対して平行方向に、しかもその平行方向が長尺方向側になる様に切断して図 21 (a), (b) の様に電極を製造した。そして、図 21 (b) の様にその波形方向に対して平行方向に集電用の無穿孔部あるいは加圧穿孔部を設ける方が望ましいが波形方向に対して両側に直角方向にて、集電用の無穿孔部あるいは加圧穿孔部を両側に設ける図 21 (a) の方法でもよい。図 21 はその 1 例であって、波形状金属多孔体の周辺部に補強用の無穿孔部や加圧穿孔部を有する場合が好ましく、この部分を集電用としてリード板を固定する事ができる。

〔実施例 5〕波形状金属多孔体の両面にペースト状の活物質あるいは、水素吸蔵合金粉末を塗着する方法として 2 種類について実施した。1 つは波形状金属多孔体を下

から上に搬送して塗着する方法と上から下に搬送して塗着する場合である。

【0057】その実施例の 1 つとして、長尺帯状金属多孔体の波形方向に対して平行に搬送した。金属多孔体は補強用にその周辺部に無穿孔部あるいは加圧穿孔部を帯状に設けた。

【0058】まず、図 22 に示す様に、搬送用ローラー 23、24、25 で補強用の無穿孔部 12 を設けた金属多孔体 11 を波形状方向と平行に搬送した。ペースト状活物質あるいは水素吸蔵合金粉末 4 を内蔵した容器 29 内を通し、金属多孔体 11 の両面に塗着層を形成し、スリット 26 で厚さを調整しつつ乾燥機 27 の中を通過させた。さらに塗着層を有する金属多孔体は適切な厚さにローラープレスで加圧した。28 は蛇行防止用の治具である。

【0059】次の実施例として、長尺帯状金属多孔体の波形方向に対して直角に搬送した。金属多孔体の補強用にその周辺部に無穿孔部あるいは加圧穿孔部を帯状に設けた。図 23 に示す様に、搬送用ローラー 23、24、25 で補強用の無穿孔部 12 を設けた金属多孔体 11 を波形状方向と直角に搬送した。ペースト状活物質あるいは水素吸蔵合金粉末 4 を内蔵した容器 29 内を通し、金属多孔体 11 の両面に塗着層を形成し、スリット 26 で厚さを調整しつつ乾燥機 27 の中を通過させた。さらに厚さ測定器 30 で電極体の厚さを制御した。これを検出して、塗着層を有する金属多孔体を適切な厚さにエンボス・ローラープレスで加圧した。

【0060】本発明の波形状金属多孔体を用いた電池特性は従来型のパンチングメタルを用いた電池より優れている。このことからニッケル正極として焼結式ニッケル電極および発泡状ニッケル多孔体に電極活物質を充填したニッケル電極より安価となる。したがって本発明は電極を構成する材料、とくに電極支持体である金属多孔体を安価に作製できる特徴を有している。また、電極で電池を構成する製法において耐久性および生産性、量産性にも優れている。

【0061】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、金属板または金属箔を両側より穿孔して、その穿孔された孔周囲に形成されるバリによって波形状に形成された波形状金属多孔体を使用することにより、電極の剥離現象を抑制し、厚さ方向に対する電子伝導性を向上することができる。これにより、高率放電特性およびサイクル寿命特性の向上が可能になる。また、波形状金属多孔体の波形方向と平行方向に集電用無穿孔部あるいは加圧穿孔部を設けることにより、電極の伸長がなく耐久性に優れ、また搬送中、ローラープレス中に電極の伸長がなく、不良品の発生もなく効率よく製造することができる。また、従来のパンチングメタルより優れた電池特性が得られることにより、現在使用されている焼結式電極や発泡メタル

式電極より電極コストの低廉化を図ることができる。しかも生産性、量産性に優れており、工数コストも低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施に用いた金属多孔体を得るための金型の例を示す縦断面図である。

【図 2】(a), (b) は本発明の実施例における金属多孔体の構成例を示す縦断面図と波形状構造の概念図である。

【図 3】本発明の実施例における金属多孔体の開孔部形状 (上面透視) 図である。

【図 4】本発明の実施例における金属多孔体の縦断面 (図 3 の a-a' 縦断面) の概念構成図である。

【図 5】本発明の実施例における電極の縦断面図である。

【図 6】従来のパンチングメタルの平面図である。

【図 7】本発明の実施例における集電用の無穿孔部 (加圧穿孔部) を周辺に設けた波形状金属多孔体の構造図である。

【図 8】本発明の実施例における波形状金属多孔体の両側面の周辺部に波形方向と平行に無穿孔部、加圧穿孔部を設けた電極の構造図である。

【図 9】本発明の実施例による波形金属多孔体の上部周辺部に波形方向に平行して集電部を設け、リード板を固定した電極の構造図である。

【図 10】本発明の実施例による波形状金属多孔体の波形方向に対して直角方向に金属多孔体の両側周辺部に集電用の無穿孔部 (加圧穿孔部) を設けた構造図である。

【図 11】波形状の金属多孔体の波形方向に直角方向に集電用の無穿孔部 (加圧穿孔部) を金属多孔体の上部に設けた構造図である。

【図 12】本発明の実施例による角型電池の縦断面略図である。

【図 13】本発明の実施例における金属多孔体の各種開孔部形状 (上面透視) 図である。

【図 14】元の金属板 (箔) 厚さ  $t$  と波形状金属多孔体の見掛け上の厚さ  $T$  の比率  $T/t$  を表示した図である。

【図 15】波形状金属多孔体の見掛け上の厚さ  $E$  とその両面に活物質を塗着した加圧前の電極の厚さ  $S$  との比率  $S/E$  値と高率放電容量の関係を示した図である。

【図 16】電極の圧縮率と放電時の中間端子電圧の関係を示した図である。

【図 17】金属多孔体の開孔率と利用率、サイクル寿命の関係を示した図である。

【図 18】(a), (b) は本発明の実施例におけるバ

リ (突起物) 先端を屈曲した波形状構造の金属多孔体の拡大図と波形状構造の概念図である。

【図 19】本発明の実施例における搬送用長尺帯状金属多孔体の構造と搬送方向を示す図である。

【図 20】本発明の実施例における長尺帯状、短尺状金属多孔体のローラープレス方向を示す概念構成図である。

【図 21】本発明の実施例における長尺帯状電極基板の切断方向を示す概念構成図である。

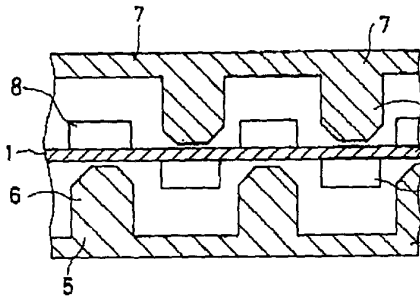
【図 22】本発明の実施例における長尺帯状金属多孔体の両面に下から上に搬送して塗着層を形成させる製法を示す工程図である。

【図 23】本発明の実施例における長尺帯状金属多孔体の両面に上から下に搬送して塗着層を形成させる製法を示す工程図である。

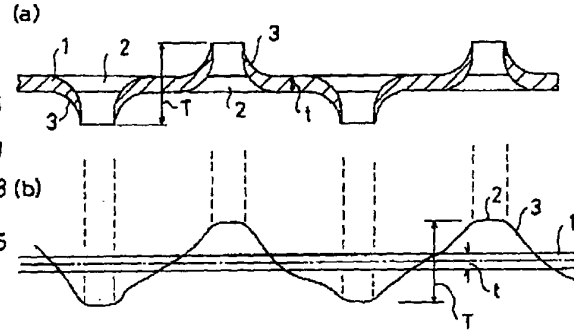
【符号の説明】

- |            |                   |
|------------|-------------------|
| 1          | 金属板または金属箔         |
| 2          | 孔                 |
| 3          | バリ                |
| 4          | 活物質あるいは水素吸蔵合金粉末   |
| 5          | 下型                |
| 6          | ポンチ               |
| 7          | 上型                |
| 8          | 凹部                |
| 9          | ニッケル板             |
| 10         | 孔                 |
| 11         | 波形状金属多孔体          |
| 12         | 無穿孔部あるいは加圧穿孔部     |
| 13         | リード板              |
| 14         | カドミウム負極           |
| 15         | ニッケル正極            |
| 16         | セパレータ             |
| 17         | 電槽                |
| 18         | 負極端子              |
| 19         | 正極端子              |
| 20         | 安全弁               |
| 21         | 電槽の蓋              |
| 22         | バリ先端の屈曲部          |
| 23, 24, 25 | 長尺帯状金属多孔体の搬送用ローラー |
| 26         | スリット              |
| 27         | 乾燥機               |
| 28         | 蛇行防止用器具           |
| 29         | ペースト内蔵容器          |
| 30         | 厚さ測定器             |

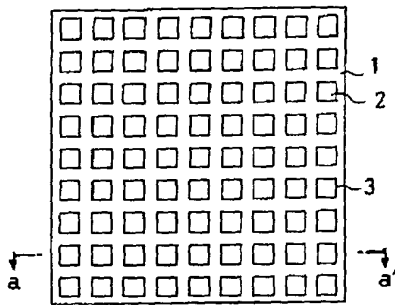
【図1】



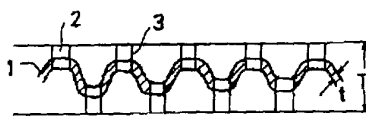
【図2】



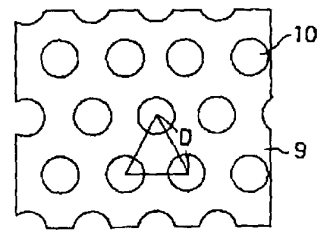
【図3】



【図4】

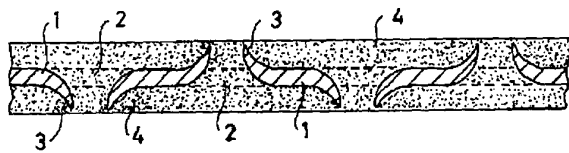


【図6】

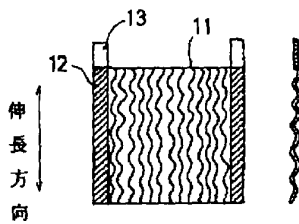


【図7】

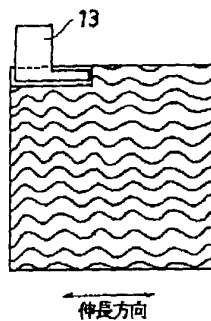
【図5】



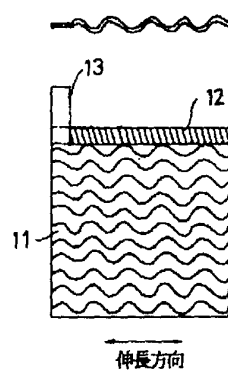
【図8】



【図9】

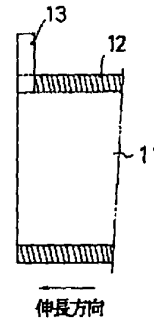


(a)



伸長方向

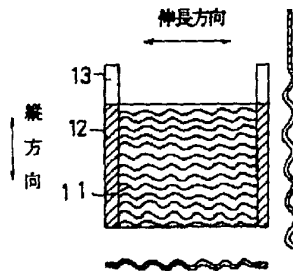
(b)



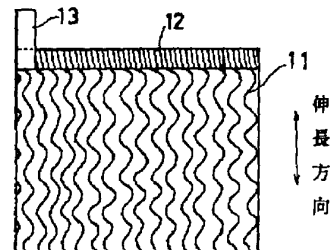
伸長方向

【図10】

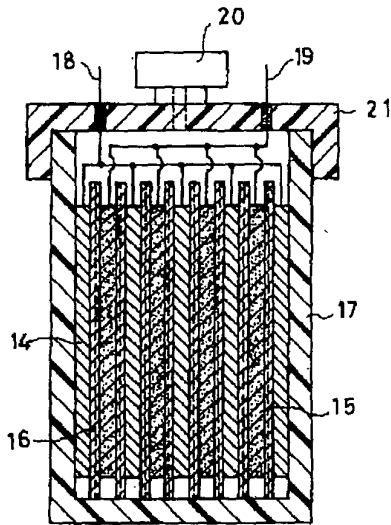
【図11】



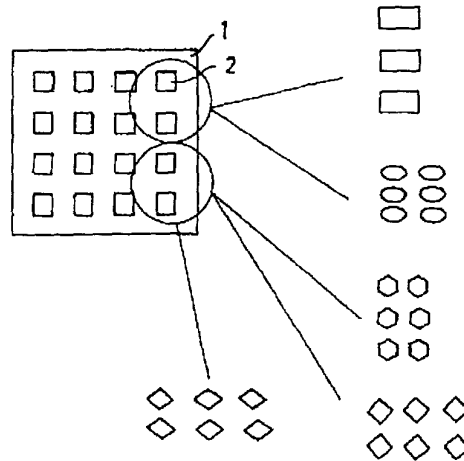
伸長方向

縦  
方向伸  
長  
方  
向

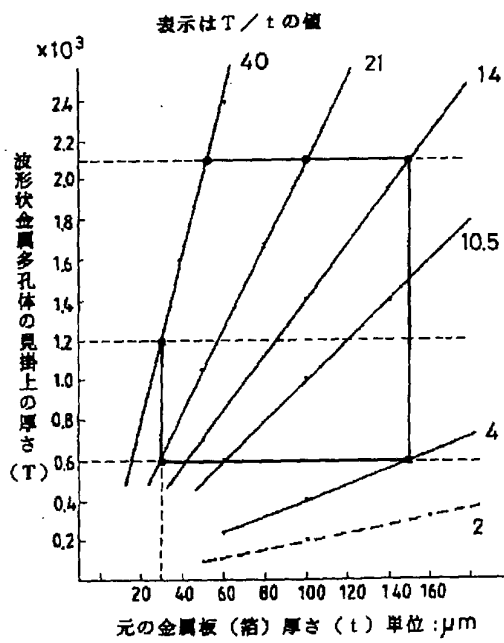
【図12】



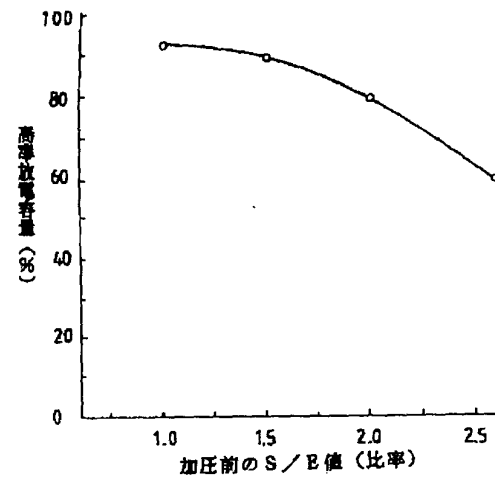
【図13】



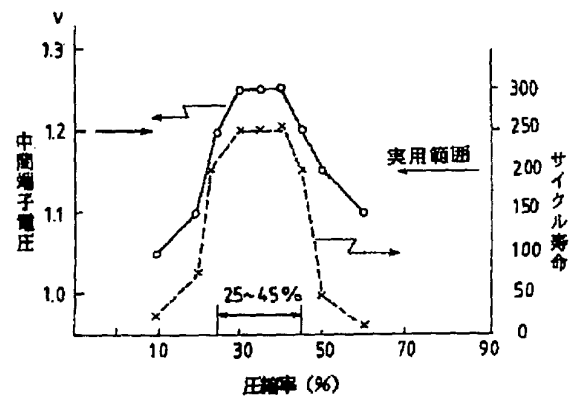
【図14】



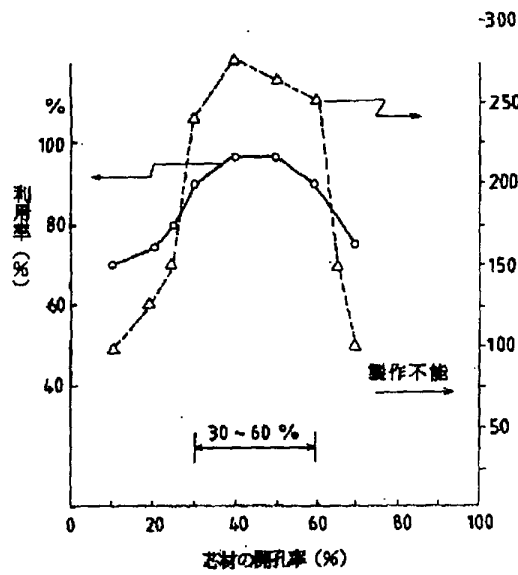
【図15】



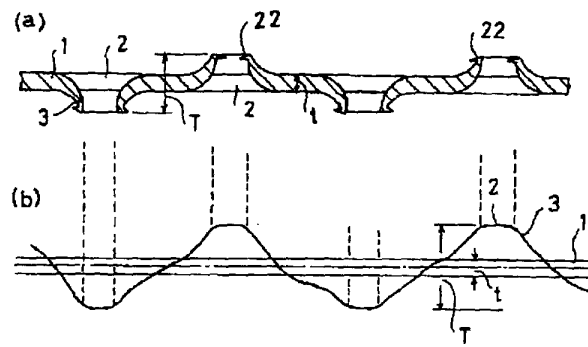
【図16】



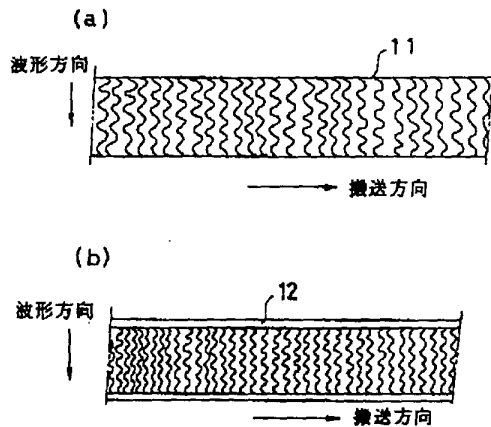
【図 17】



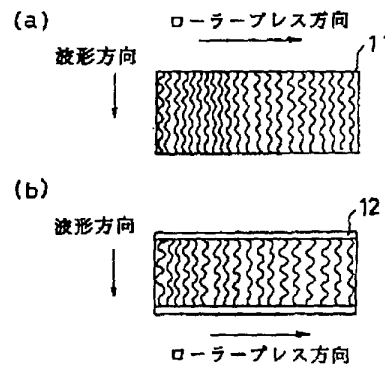
【図 18】



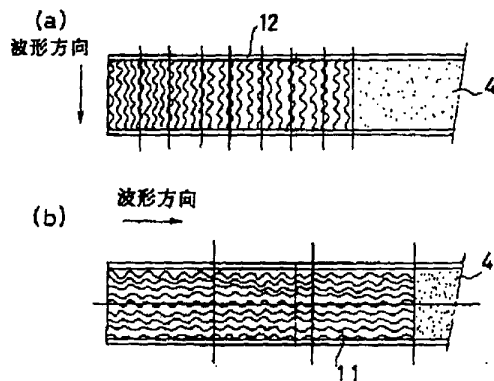
【図 19】



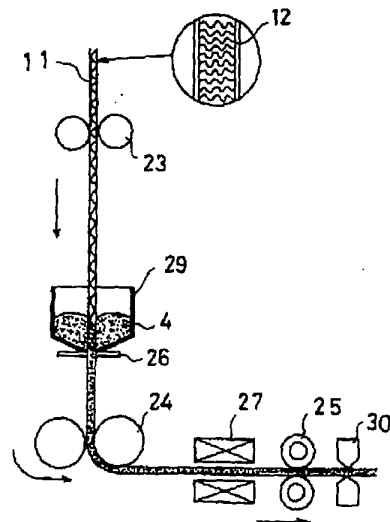
【図 20】



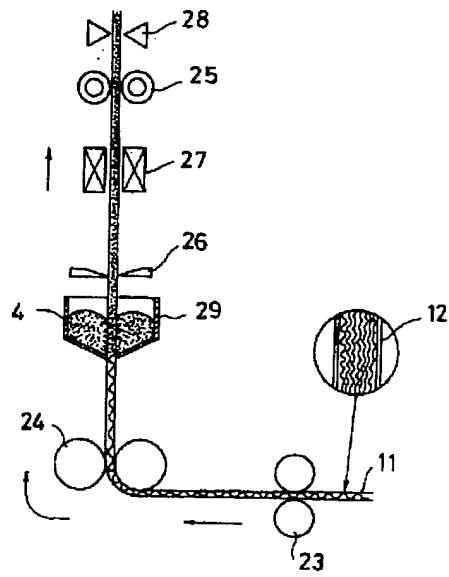
【図 21】



【図 23】



【図 2 2】



---

フロントページの続き

(72)発明者 辻 政人  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内